

ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ФОЛЬГ

Овчаренко О.О., Сахненко М.Д., Ведь М.В.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна
e-mail: neshly@mail.ru*

Розробка нових, удосконалених виробничо-технологічних процесів зумовлює потреби в новітніх матеріалах з комплексом якісно нових властивостей. Серед найбільш важливих розробок, що забезпечують підвищення якості і надійності обладнання і виробів, можна відзначити наноструктуровані матеріали. Створення композиційних електрохімічних покриттів (КЕП) є одним з актуальних напрямків функціональної гальванотехніки. Модифікація існуючих матеріалів шляхом комбінації їх з речовиною іншої природи дозволяє значно підвищити такі фізико-механічні властивості, як твердість та зносостійкість, поліпшити корозійну стійкість та інші експлуатаційні властивості. Композиційні електрохімічні покриття з підвищеними експлуатаційними властивостями широко застосовують в машинобудуванні, авіаційно-космічній та іншій галузях промисловості. Таким чином, створення фольг з мідною металевою матрицею, армованих нанорозмірним оксидом алюмінію, та встановлення їх фізико-механічних властивостей є безсумнівно актуальним завданням, що і зумовило мету дослідження.

Електросинтез фольг, армованих нанорозмірними частинками, проводили з пірофосфатного електроліту міднення при густині струму $2 - 3 \text{ А/дм}^2$, температурі $20 - 25^\circ \text{C}$ впродовж $60 - 120 \text{ хв}$. Електроосадження здійснювали на підкладку з полірованої нержавіючої сталі. Для армування фольг застосовували дисперсну фазу оксиду алюмінію додаванням до базового електроліту міднення $0,2 - 0,8$ об'єму золю оксиду алюмінію, що містив $4 - 4,6 \text{ г/дм}^3$ дисперсної фази нанорозмірного Al_2O_3 . Таким чином, вміст вторинної фази в розчині електроліту варіювалася від 1 до $2,5 \text{ г/дм}^3$. Гідрозоль оксиду алюмінію отримували хімічним диспергуванням високотемпературної форми $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$ в водному розчині лугу при $\text{pH} \geq 13$ протягом $10 - 30 \text{ хв}$. з подальшим декантуванням колоїдного розчину.

Вивчення мікроструктури отриманих фольг проводилася шляхом просвічувальної електронної мікроскопії в мікроскопі ЕМ-200 за прискорювальної напруги $125 - 175 \text{ кВ}$. Для просвічувальної електронної мікроскопії зразки піддавали електрополіруванню на приладі ПТФ протягом $10 - 15$ секунд. Випробування на розтягнення зразків електроосадженої міді, а також композитів мідь-оксид Al_2O_3 проводили при кімнатній температурі на машині для механічних випробувань ТІРАtest-2300 при швидкості сканування $0,36 \text{ мм/хв}$.

Отримані електронномікроскопічні знімки свідчать про наявність у складі мідної матриці частинок зміцнюючої фази, а також дозволяють судити про зміну розміру зерна міді при включенні в основу частинок нанорозмірного оксиду алюмінію. Встановлено, що середній розмір зерна чистої міді знаходиться в інтервалі $5 - 7 \text{ мкм}$, тоді як при отриманні мідних фольг з Al_2O_3 розмір зерна міді зменшився до 1 мкм . Частинки допantu розташовані як в зернах, так і по межах зерен, при цьому структура матриці зберігається (рис.1).

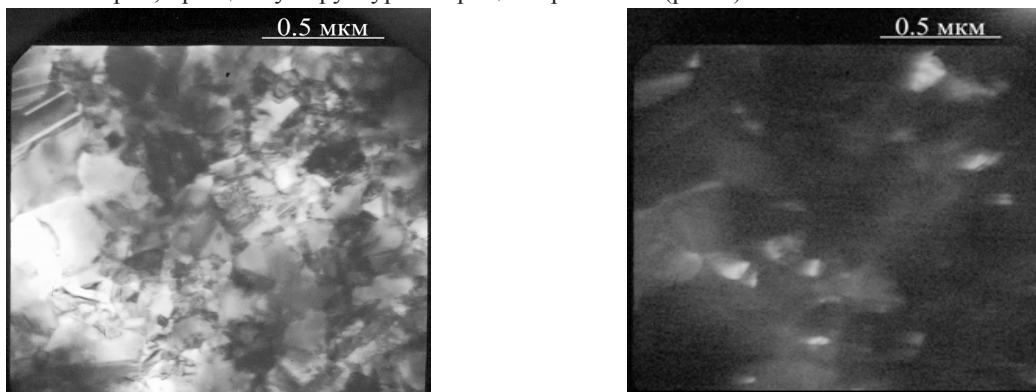


Рисунок — Мікроструктура фольги $\text{Cu} - \text{Al}_2\text{O}_3$ (2 г/дм^3), світле і темне поле.

Результати досліджень свідчать, що при збільшенні вмісту наноструктурного оксиду алюмінію в електроліті від $0,25$ до $1,5 \text{ г/дм}^3$ значення мікротвердості збільшується від 900 до 1500 МПа , межі текучості від 175 до 360 МПа , межі міцності від 250 до 500 МПа при незначному зниженні пластичності. Причина такої поведінки композитів зумовлена внеском частинок Al_2O_3 , які виступають в ролі надійної перешкоди руху дислокацій, що характерно для дисперсійного механізму зміцнення за Орованам (огинання частинок другої фази дислокаціями).

Визначено, що введення високодисперсної фази оксиду алюмінію в пірофосфатнітні електроліти міднення сприяє формуванню фольг з істотно вищими механічними характеристиками (мікротвердість, межа текучості, межа міцності) у порівнянні з монометалевими мідними фольгами, отриманими за аналогічними режимами, хоча при цьому зберігаються властивості матриці металу.